

Diversidad de Artrópodos Ectoparásitos de Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y Perros Domésticos en el Centro de México

Authors: Norma Hernández-Camacho, Marco Antonio Moreno-Pérez, Roxana Acosta-Gutiérrez, María del Carmen Guzmán-Cornejo, Rubén Pineda-López, et. al.

Source: Southwestern Entomologist, 44(1) : 281-295

Published By: Society of Southwestern Entomologists

URL: <https://doi.org/10.3958/059.044.0130>

BioOne Complete (complete.BioOne.org) is a full-text database of 200 subscribed and open-access titles in the biological, ecological, and environmental sciences published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Complete website, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/terms-of-use.

Usage of BioOne Complete content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

BioOne sees sustainable scholarly publishing as an inherently collaborative enterprise connecting authors, nonprofit publishers, academic institutions, research libraries, and research funders in the common goal of maximizing access to critical research.

Diversidad de Artrópodos Ectoparásitos de Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y Perros Domésticos en el Centro de México

Ectoparasite Arthropod Diversity of the Gray Fox (*Urocyon cinereoargenteus*) and Domestic Dogs of Central Mexico

Norma Hernández-Camacho*¹, Marco Antonio Moreno-Pérez*¹, Roxana Acosta-Gutiérrez², María del Carmen Guzmán-Cornejo³, Rubén Pineda-López¹, Robert W. Jones¹, Salvador Zamora-Ledesma¹, Brenda Camacho-Macías¹, y Santiago Vergara-Pineda¹

Resumen. El estudio de las comunidades de artrópodos parásitos en la fauna silvestre y peridoméstica en la interfase urbana-rural-natural es de importancia para la salud pública, ya que estas comunidades pueden servir de enlace entre posibles patógenos zoonóticos que se encuentran en los artrópodos parásitos y el ser humano. Ese es el caso de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y de los perros peridomésticos (*Canis lupus familiaris*) en el centro de México, los cuales presentan la posibilidad de intercambio de especies parasíticas entre los dos cánidos. El presente estudio fue realizado en el centro de México, en donde se revisaron nueve zorras grises y 21 perros peridomésticos para conocer las especies de artrópodos parásitos. Se colectaron 339 ectoparásitos, siete especies de sifonápteros pertenecientes a tres familias y seis géneros (324 individuos), y 15 garrapatas pertenecientes a familia Ixodidae. Ambas especies de cánidos presentaron una riqueza muy similar con seis especies de ectoparásitos, pero la estructura de la comunidad fue diferente. La especie dominante fue *Pulex simulans*, la cual puede jugar el papel de vector de enfermedades zoonóticas de importancia. Las diferencias entre ambas comunidades de ectoparásitos muestran que, pese al uso compartido del hábitat por parte de ambos cánidos, existen especies de pulgas más comunes en la zorra gris que en los perros, y que reflejan de manera indirecta la diferencia del uso del ambiente en donde habitan estas especies de carnívoros.

Abstract. The study of the arthropod parasite community of wild and peridomestic fauna in the urban-rural-natural interphase is of public health importance, because these communities may serve as the link between possible zoonotic pathogens in the arthropod parasites and humans. This is the case of the grey fox (*Urocyon*

¹Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n, C. P. 76230, Querétaro, Qro., México.

²Departamento de Biología Evolutiva, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. CP. 04510, Ciudad de México.

³Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, CP. 04510, Ciudad de México.

*Correspondencia: norma.hernandez@uaq.mx, biomamp1988@gmail.com

cinereoargenteus) and peridomestic dogs (*Canis lupus familiaris*) in central Mexico. Because of freedom of movement of the dogs between the urbanized and natural environments, the possibility exists of the interchange of species of parasites between the two canids. The present study was done in central Mexico, where nine grey foxes and 21 peridomestic dogs were inspected for arthropod parasites. In total, 339 ectoparasites were found, including seven species of Siphonaptera from three families and six genera (324 individuals), as well as 15 tick species of the family Ixodidae. Both canids had similar total species richness, with six ectoparasite species, but the structure of the community was different. The dominant species in both canids was *Pulex simulans*, suggesting that this species may play a role as a vector of important zoonotic diseases. The differences found between the two ectoparasitic communities indicates that despite the shared use of the habitat by both species, fleas were more common and had greater richness in the grey fox which indirectly reflects differences by the two canids in the use the habitats.

Introducción

El estudio de la diversidad de las comunidades parasitarias en la fauna silvestre y doméstica asociada al ser humano es indispensable al considerar el escenario cambiante en el mundo en el que vivimos (Pérez-Ponce de León et al. 2011). El proceso de urbanización es reconocido a nivel mundial como uno de los mecanismos generadores de epidemias de importancia económica, tanto para la salud humana como para los animales domésticos, por su efecto en los ciclos de transmisión de los parásitos (Thompson 2013, Hassell et al. 2017).

Un grupo de parásitos que ha recibido más atención en los últimos años por su capacidad de resiliencia en los ambientes antropizados, es el de artrópodos ectoparásitos, entre los que se encuentran las pulgas (Insecta: Siphonaptera) y las garrapatas (Arachnida: Ixodoidea), esto ha permitido incrementar notablemente la información sobre la riqueza de estos organismos (Acosta 2014), sobre su papel como parásitos hematófagos (Bermúdez et al. 2006). Así como vectores de enfermedades infecciosas de carácter epizóotico y zoonótico, como enlace entre la fauna silvestre, los animales domésticos y el humano (Suzán y Ceballos 2005, Hernández-Camacho et al. 2012, Escalante et al. 2014). En este último escenario, la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y los perros peridomésticos (*Canis lupus familiaris*), sirven como ejemplo de la posible interrelación de los ectoparásitos de ambas especies de cánidos, en la interfase urbana-rural-natural, que es común en los asentamientos humanos del centro de México (Suzán y Ceballos 2005, Hernández-Camacho et al. 2010, Hernández-Camacho et al. 2012, Escalante et al. 2014).

En estudios previos sobre ectoparásitos de la zorra gris y de perro peridoméstico en América, se han encontrado especies compartidas, principalmente en el caso de las pulgas, pero no se repite con las garrapatas. Las comunidades de artrópodos parásitos son características de ambas especies de hospederos dependiendo del ambiente y de la región que habiten (Dobler y Pfeffer 2011). Las especies de pulgas que han sido registradas con mayor frecuencia en la zorra gris son *Pulex simulans*, *Ctenocephalides felis*, *C. canis*, *Cediopsylla inaequalis interrupta*, *Orchopeas howardii bolivar* y *Oropsylla laens*, siendo *P. simulans* la especie dominante en una gran variedad de estudios (Ayala-Barajas et al. 1988, Harrison et al. 2003, Whitaker y Morales-Malacara 2005, Gabriel et al.

2009, Dobler y Pfeffer 2011, Nelder y Reeves 2012, Hernández-Camacho et al. 2016). En el caso del perro, se han registrado a *Pulex irritans*, *P. simulans*, *C. felis*, *C. canis*, y *Echidnophaga gallinacea* como las especies con mayor prevalencia en todo el mundo, siendo *C. felis* y *C. canis* las especies dominantes (Acuña et al. 2008, Dobler y Pfeffer 2011, Nelder y Reeves 2012). En el caso de las garrapatas, en *U. cinereoargenteus*, se han identificado solo dos especies, *Ixodes cookei* e *I. rubidus* (Guzmán-Cornejo et al. 2007) mientras que, para perros, se han encontrado 58 especies pertenecientes a los géneros *Dermacentor*, *Rhipicephalus*, *Amblyomma*, e *Ixodes* (Parra et al. 2007, Acuña et al. 2008, Reyes-Novelo et al. 2011), de las cuales destaca el género *Rhipicephalus* debido a su amplia distribución (Rodríguez-Vivas et al. 2014).

En México se estima que solo se ha estudiado un 20% del total de las especies de vertebrados esperadas en el país, siendo el grupo de los mamíferos el menos estudiado (Pérez-Ponce de León 2001, 2011), por lo tanto, el objetivo fue conocer la diversidad de pulgas y garrapatas en *U. cinereoargenteus* y *C. lupus familiaris* del centro de México, para determinar diferencias en la composición y estructura de las comunidades de ectoparásitos.

Materiales y Métodos

Área de Estudio. Siete localidades en el estado de Querétaro: 1) Parque Nacional El Cimatario (20.52°N, -100.36°W), Reserva Comunitaria Zibatá (20.68°N, -100.33°W), Vizarrón de Montes (20.83°N, -99.72°W), 4) Purísima de Arista (21.30°N, -99.51°W), 5) San Antonio Tancoyol (21.47°N, -99.31°W), 6) Bucareli (21.03°N, -99.60°W) y 7) El Sitio (20.36°N, -99.85°W) (Fig. 1).

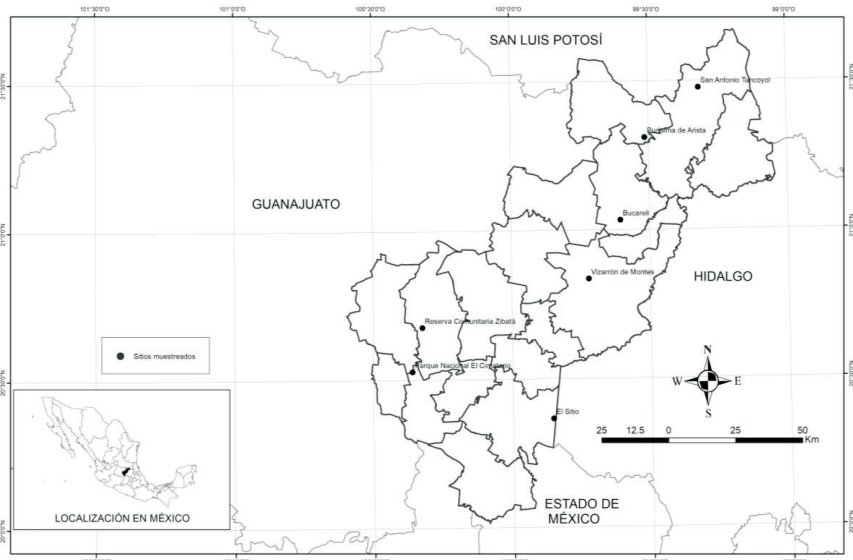


Fig.1. Ubicación de las localidades de colecta de ectoparásitos en cánidos silvestres y peridomésticos en el estado de Querétaro, México.

Fig.1. Location of ectoparasite sampling sites in wild and peridomestic canids in the state of Querétaro, Mexico.

Captura de Hospederos Silvestres y Obtención de Parásitos. La captura de zorra gris se realizó en enero - junio 2015, bajo las consideraciones bioéticas reglamentarias sugeridas por *The American Society of Mammalogists* para el manejo y contención de mamíferos silvestres (Kreeger y Arnemo 2007, Sikes et al. 2011).

Las capturas se realizaron por medio de ocho trampas tipo cebo de aro acojinado #3 (Duke company, West Point, Mississippi; Oneida Victor, Cleveland, OH) ocho días (siete noches activas). Los cánidos capturados fueron inmovilizados con ayuda de un lazo para perros y utilizamos clorhidrato de zolazepam y clorhidrato de tiletamina para la contención química.

Se aplicó una solución de permectina al 2.7% en aerosol, esparciéndola sobre el pelo y la piel del animal, por ambos lados del cuerpo. Se dejó reposar la acción de la permectina por 10 minutos para una posterior revisión a contrapelo en sentido anteroposterior del cuerpo del animal durante 30 minutos, colectando manualmente los ectoparásitos.

Revisión de Perros Peridomésticos y Obtención de Parásitos. Se seleccionaron perros cercanos a áreas con vegetación, que su distribución no estuviera restringida a un área determinada dentro de una casa habitación, Repitiendo el mismo procedimiento utilizado para los cánidos silvestres.

Procesamiento de Ectoparásitos. Las pulgas fueron aclaradas con aceite de clavo y montadas en laminillas permanentes con bálsamo de Canadá (Smith 1957) e identificadas usando las claves de Soneshine (1991), Linardi y Guimarães (2000), Lewis (2000), Acosta y Morrone (2003) y Salceda-Sánchez (2004). Las garrapatas se conservaron en alcohol 70% e identificadas mediante las claves de Guzmán-Cornejo y Montiel (2011). Los especímenes se depositaron en la colección de Siphonaptera (MZFC-SIPHO) "Alfredo Barrera" y en el Laboratorio de Acarología (L AFC) ambas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Análisis de Datos. Para estimar el porcentaje de la eficiencia de muestreo, se utilizaron dos estimadores no paramétricos, Chao 1, como estimador simple del número de especies en una comunidad, basado en el número de especies raras en una muestra (Moreno 2001, Magurran 2004) y Bootstrap, por ser un buen estimador cuando hay especies raras y posibles faltantes en las comunidades (Poulin 1998, Poulin y Morand 2004, Bautista et al. 2013), ambos análisis se determinaron mediante el uso del software EstimateS 9 (Colwell 2013).

El análisis de diversidad se realizó a los niveles alfa y beta, considerando como diversidad alfa la especie de hospedero, en este nivel se calculó la prevalencia y el número efectivo de especies para los órdenes de diversidad 0,1 y 2. El nivel cero corresponde a la riqueza de especies, el nivel uno considera la abundancia de cada especie, y el dos da mayor peso a especies abundantes (Jost 2006). Estos dos últimos corresponden a medidas de la diversidad de especies y, a diferencia de los índices de diversidad, permiten comparar directamente dos o más comunidades (Moreno et al. 2011). La comparación de estos valores se hizo con una cobertura de muestra de 0.996 en el programa iNEXT, que utiliza interpolaciones y extrapolaciones de los datos observados (Chao et al. 2016), con intervalos de confianza del 84%, que son apropiados para inferencias equivalentes a $p < 0.05$ (Payton et al. 2004).

Para la diversidad beta se realizó una comparación de la composición de especies de ectoparásitos en individuos de ambos hospederos mediante un escalamiento multidimensional no métrico (NDMS por sus siglas en inglés) basado

en el índice de similitud Bray-Curtis (Magurran 2004), adicionalmente se corrió un análisis de similitud (ANOSIM) para probar si existía una diferencia significativa entre la composición de especies de ectoparásitos entre las dos especies de hospederos (Moreno 2001, Hammer 2011). Finalmente, para analizar la estructura de las comunidades, se construyeron gráficas de rango-abundancia, que pueden mostrar claramente los patrones contrastantes de riqueza, composición y abundancia relativa de las especies (Magurran 2004). De manera complementaria, se realizó un análisis SIMPER o Porcentaje de similitud, para determinar cuáles especies de las registradas serían las principales responsables de las diferencias observadas en las muestras (Clarke y Warwick 1994). El NDMS, ANOSIM, SIMPER y números efectivos se calcularon en el software PAST 2.7c. (Hammer et al. 2001).

Resultados y Discusión

Ectoparásitos. Se colectaron un total de 339 ectoparásitos, 324 pulgas de siete especies, tres familias y seis géneros. De la familia Pulicidae se registró a *Pulex simulans* (178 hembras y 80 machos), *Ctenocephalides felis* (14 hembras, tres machos), *C. canis* (seis hembras y cinco machos), siete individuos de *Echidnophaga gallinacea* (siete hembras, 0 machos) y 24 individuos de *Euhoplosyllus glacialis affinis* (11 hembras y 13 machos); de la familia Ceratophyllidae siete individuos de *Orchopeas neotomae* (seis hembras y un macho) y de la familia Rhopalopsyllidae se colectó un macho de la especie *Polygenis martinez-baezi*. De las garrapatas, se colectaron 15 individuos de garrapatas de dos especies, pertenecientes a familia Ixodidae, 13 individuos de *Amblyomma imitator* y dos de *Rhipicephalus sanguineus*. La determinación de todas las especies fue confirmada por un especialista y las laminillas permanentes depositadas en la Colección de Siphonaptera “Alfredo Barrera” y en el laboratorio de acarología, ambas de la facultad de ciencias UNAM, con los números de colección consecutivos, siguiendo el orden anterior, pulgas SIPHO 8891 a 8914 y garrapatas LAFC 000212 y 000213 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado de Especies de Ectoparásitos Colectados en Perro Peridomésticos (*Canis lupus familiaris*) y Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*)
Table 1. Ectoparasites Species List Found in Peridomestic Dog (*Canis lupus familiaris*) and Grey Fox (*Urocyon cinereoargenteus*)

Hospedero	Orden	Familia	Especie
Perro peridoméstico (<i>Canis lupus familiaris</i>)	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Pulex simulans</i>
			<i>Ctenocephalides felis</i>
			<i>Ctenocephalides canis</i>
	Ixodoidea	Ixodidae	<i>Echidnophaga gallinacea</i>
			<i>Amblyomma imitator</i> <i>Rhipicephalus sanguineus</i>
Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Pulex simulans</i>
			<i>Euhoplosyllus glacialis affinis</i>
			<i>Ctenocephalides felis</i> <i>Ctenocephalides canis</i>
	Ceratophyllidae Rhopalopsyllidae	<i>Orchopeas neotomae</i>	
		<i>Polygenis martinez-baezi</i>	

Las especies *Orchopeas neotomae*, *Euhoplopyllus glacialis affinis*, y *Polygenis martinez-baezi* se presentan como nuevos registros de ectoparásitos de *U. cinereoargenteus* para México, según los registros de la Colección de Siphonaptera del Museo de Zoología, “Alfredo Barrera” de la Facultad de Ciencias UNAM. Estas especies representan el 15% de la diversidad de pulgas registradas para Querétaro mientras que en el caso de los perros peridomésticos representan el 10% y las garrapatas el 2% (Acosta 2014, Pérez et al. 2014). Los resultados muestran una amplia diferencia respecto al número total de individuos capturados de pulgas (324 individuos) con respecto al de garrapatas donde solo se colectaron 15 individuos, lo que puede estar relacionado a que las pulgas son ectoparásitos que presentan mayor afinidad a cánidos como hospederos a diferencia de las garrapatas (Abarca et al. 2016).

Análisis de Completitud. El estimador Chao 1 sugiere que el muestreo presentó 100% de completitud, las especies estimadas son igual a las especies observadas (n = 6), mientras que el estimador Bootstrap sugiere una completitud de muestreo del 84.9%, por lo tanto se considera que faltaría al menos una especie por determinar para que el análisis se considere completo, implicando un incremento correspondiente en el esfuerzo de muestreo.

Análisis por Especie de Hospedero: Diversidad Alfa. Prevalencia. Se registraron exclusivamente pulgas en zorra gris, siendo las especies con mayor porcentaje de prevalencia *E. glacialis affinis*, *P. simulans* y *Orchopeas neotomae*, lo que difiere de lo encontrado por Hernández-Camacho et al. (2016), quien registró a *Ixodes* sp., en un estudio previo en El Cimatario, Querétaro. En los perros se obtuvo un porcentaje de prevalencia considerablemente menor al registrado en zorra gris, siendo las especies de pulgas *P. simulans*, *C. felis* y *C. canis* las que presentaron valores mayores, mientras que las especies de garrapatas, *A. imitator* y *R. sanguineus*, presentaron un 4.76% (Cuadro 2).

La diferencia en la prevalencia podría relacionarse con la aplicación de tratamientos anti ectoparásitos en el caso de los perros peridomésticos, lo cual es una práctica común realizada por los dueños de los animales según los comentarios hechos por ellos durante la revisión de sus animales, aunque no abundaron con respecto a los productos usados. En el caso de zorra gris, todos los individuos capturados presentaron pulgas (100%), lo que difiere respecto a otros

Cuadro 2. Prevalencia (%) por Especie de Hospedero *Canis lupus familiaris* y *Urocyon cinereoargenteus* (número de hospederos infectados/tamaño de muestra)
Table 2. Prevalence (%) by Host Species *Canis lupus familiaris* and *Urocyon cinereoargenteus* (number of infested hosts/sample size)

Especie de ectoparásito	Prevalencia en <i>Urocyon cinereoargenteus</i> (%)	Prevalencia en <i>Canis lupus familiaris</i> (%)
<i>Euhoplopyllus glacialis affinis</i>	88.9 (8/9)	0
<i>Pulex simulans</i>	77.8 (7/9)	19.0 (4/21)
<i>Orchopeas neotomae</i>	22.2 (2/9)	0
<i>Ctenocephalides felis</i>	11.1 (1/9)	19.0 (4/21)
<i>Ctenocephalides canis</i>	11.1 (1/9)	19.0 (4/21)
<i>Polygenis martinez-baezi</i>	11.1 (1/21)	0
<i>Echidnophaga gallinacea</i>	0	4.8 (1/21)
<i>Amblyoma imitator</i>	0	4.8 (1/21)
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	0	4.8 (1/21)

estudios como el de Gabriel et al. (2009), donde en una muestra de zorra gris (n = 54) se encontró una prevalencia de 42%, o en Hernández-Camacho et al. (2016) donde 16 zorras grises de una muestra de 24 individuos registraron dichos parásitos. Ambas especies de cánidos analizados presentaron una riqueza muy similar con seis especies de ectoparásitos, según se muestra en el nivel de diversidad 0 (riqueza de especies), mientras que en los niveles 1 y 2, se muestra que los perros peridomésticos presentan mayor diversidad de ectoparásitos (Fig. 2).

Diversidad Beta. El agrupamiento multidimensional no métrico por especie de hospedero mostró un ligero solapamiento de los polígonos, lo que muestra que no existe una diferencia total entre la composición de especies de ambos hospederos al compartir a *P. simulans*, *C. canis* y *C. felis* (Fig. 3). Esto confirma lo propuesto inicialmente con respecto a que las dos especies de hospederos podrían compartir especies de ectoparásitos por la posibilidad de contacto entre ambos cánidos y por la especificidad del hospedero (Dobler y Pfeffer 2011). Sin embargo, el análisis de similitud ANOSIM ($R = 0.41$, $p = 0.001$) mostró una diferencia significativa entre las comunidades parasitarias de ambas especies de hospedero con respecto a su composición, comparten especies, pero aquellas en las que difieren, podrían ser una respuesta a las características ecológicas, fisiológicas e inmunes específicas de cada taxa de hospedero, lo cual tiene una incidencia directa en su carga de ectoparásitos (Krasnov 2008).

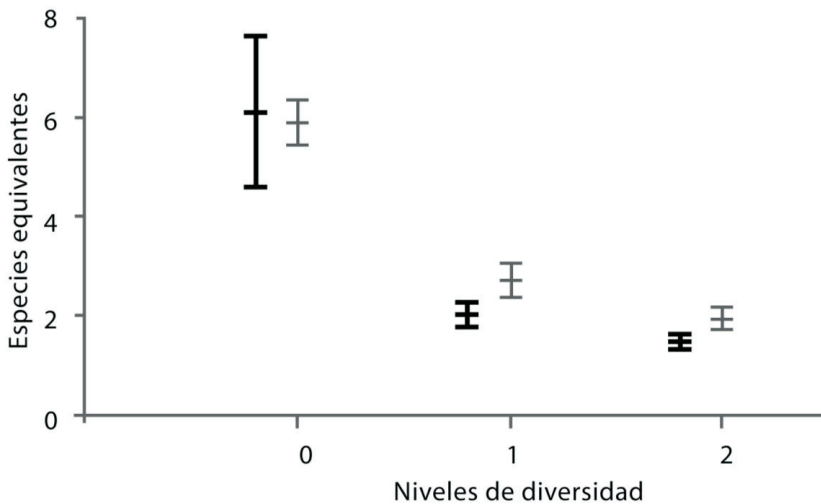


Fig. 2. Análisis de números efectivos de especies, en el eje X se muestran los niveles de diversidad revisados, mientras que, en el eje Y las especies equivalentes de hospederos, siendo el color negro representativo de la zorra gris y el color gris de los perros peridomésticos. Se muestran intervalos de confianza con un valor de 84%.

Fig. 2. Analysis of effective numbers of species, in the X axis the levels of diversity examined are shown, whereas in the Y axis, the equivalent species of hosts, being the black color representative of the gray fox and the gray color of the peridomestic dogs. Confidence intervals of 84% are shown.

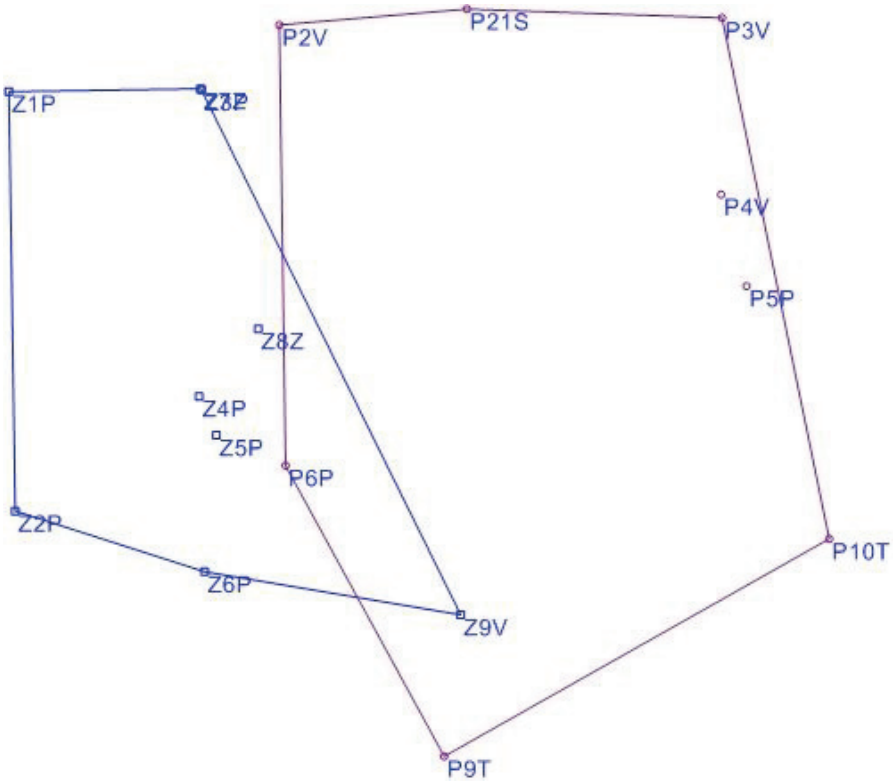


Fig. 3. Escalamiento multidimensional no métrico (NDMS) por especie de hospedero (Claves: Z1P a Z6P, corresponde a las zorras grises del Parque Nacional El Cimatario; Z7Z y Z8Z zorras grises de Zibatá; Z9V zorra gris de Vizarrón de Montes. Para los perros: P1V a P4V corresponde a los perros de Vizarrón de Montes; P5P a P8P perros de Purísima de Arista, P9T y P10T perros de San Antonio Tancoyol; P11B a P13B perros de Bucareli y finalmente P14S a P21S perros de El Sitio.

Fig. 3. Non-metric multidimensional scaling (NDMS) by host species (Keys: Z1P to Z6P, correspond to the gray foxes of El Cimatario National Park, Z7Z and Z8Z gray foxes of Zibatá, Z9V gray fox of Vizarrón de Montes. For dogs: P1V to P4V correspond to the dogs of Vizarrón de Montes, P5P to P8P dogs of Purísima de Arista, P9T and P10T dogs of San Antonio Tancoyol, P11B to P13B dogs of Bucareli, and finally P14S to P21S dogs of El Sitio.

Euhoplosyllus glacialis affinis, *Polygenis martinez-baezi*, y *Orchopeas neotomae* se registraron exclusivamente en zorra gris (Fig. 4), son especies con cierta especificidad y están asociadas a otros mamíferos silvestres tales como lagomorfos, roedores y didélfidos, lo cual podría indicar el contacto de estas especies de hospederos con este cánido, ya que son presas potenciales de *U. cinereoargenteus*. También es posible que sea consecuencia del uso común de

madrigueras abandonadas y pudieran estar transmitiéndose al siguiente hospedero (Arnaud y Acevedo 1990, Acosta 2005). *Euhoplopsyllus glacialis affinis* se presentó en el 50% de las muestras de los hospederos. Esta especie se encuentra asociada a lagomorfos del género *Sylvilagus* (Barnes y Maupin 1982). Esto podría deberse al contacto de las zorras con *S. floridanus*, el cual es una presa de principal consumo para este meso depredador (Arnaud y Acevedo 1990, Trapp y Harlberg 2009), y se encuentra presente en las tres localidades de colecta en donde capturamos zorra gris (Gutiérrez-García et al. 2007). De las especies registradas exclusivamente en perros, *E. gallinacea* fue registrada en perros peridomésticos, aunque sí ha sido registrada previamente en zorra gris (Hernández-Camacho et al. 2016), las otras dos especies fueron las garrapatas según estudios previos (Parra et al. 2007, Acuña et al. 2008, Reyes-Novelo et al. 2011).

Las comunidades de ectoparásitos mostraron poca equitatividad en ambas especies. *Pulex simulans* fue el ectoparásito más común para ambos hospederos, y presentó una dominancia muy amplia con respecto a los otros miembros de la comunidad de ectoparásitos, registrando en zorra gris 144 individuos (55.81%) y en perro peridoméstico 114 individuos (44.18%), lo cual significa un mayor número de individuos que la sumatoria del resto de los individuos de las cinco especies restantes, con un total de 66 individuos (Fig. 4).

El análisis de porcentajes de similitud SIMPER indicó que la especie *P. simulans* es la que presenta mayor contribución a la diferencia entre las comunidades, con un porcentaje proporcionalmente mayor al resto de los ectoparásitos (51.78%), seguido de *E. glacialis affinis* con 27.43%, mientras que *C.*

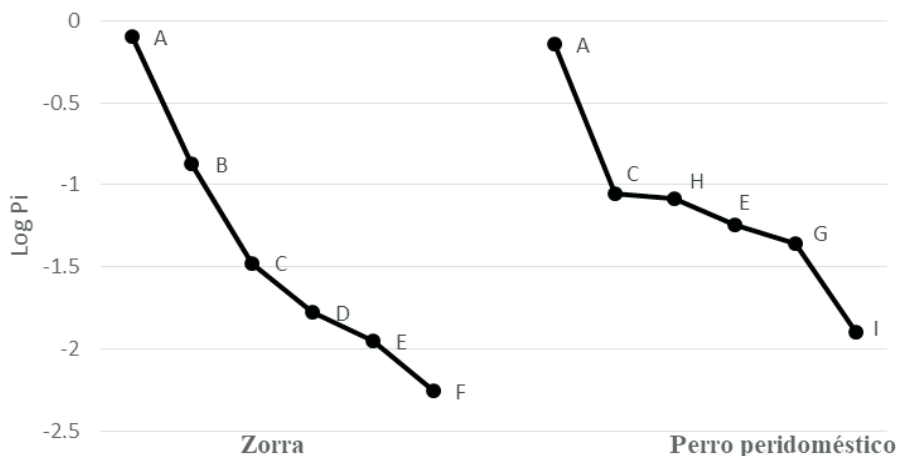


Fig. 4. Curva de rango de abundancia por especie de hospedero: A) *Pulex simulans*, B) *Euhoplopsyllus glacialis affinis*, C) *Orchopeas neotomae*, D) *Ctenocephalides felis*, E) *Ctenocephalides felis*, F) *Polygenis martinez-baezi*, G) *Echidnophaga gallinacea*, H) *Amblyomma imitator*, I) *Rhipicephalus sanguineus*.

Fig. 4. Rank abundance curve by host species: A) *Pulex simulans*, B) *Euhoplopsyllus glacialis affinis*, C) *Orchopeas neotomae*, D) *Ctenocephalides felis*, E) *Ctenocephalides felis*, F) *Polygenis martinez-baezi*, G) *Echidnophaga gallinacea*, H) *Amblyomma imitator*, I) *Rhipicephalus sanguineus*.

felis, *C. canis*, *O. neotomae*, *E. gallinacea*, *A. imitator*, *P. martinez-baezi*, y *R. sanguineus* contribuyeron con menos del 10%, con lo cual podemos determinar que la especie *P. simulans* es la que más efecto tiene en las diferencias entre ambos hospederos, los porcentajes y el acumulativo lo podemos observar en el Cuadro 3.

Los registros obtenidos en ambas especies de hospederos muestran que, para la zorra gris las especies *P. simulans* y *Euhoplosyllus glacialis affinis* son las especies más abundantes, mientras que para los perros peridomésticos, se tiene nuevamente a *P. simulans* y a *C. felis* como las más abundantes. Esto concuerda con el estudio de Dobler y Pfeffer (2011) en donde se presentó el mismo patrón de dominancia entre estas especies de pulgas y se sugiere que la especie *C. canis* se encuentra comúnmente asociada a todo tipo de cánidos, además, se ha demostrado que pudiera existir una relación en la mayor prevalencia de *C. felis* con respecto a *C. canis*, como una respuesta al efecto de tratamientos antipulgas y por la mayor resistencia de *C. felis* a los mismos productos (Durden et al. 2005), lo cual confirmaría los comentarios de los dueños de los perros peridomésticos revisados con respecto al uso de dichos tratamientos.

Las especies de pulgas y garrapatas que se registraron en perros peridomésticos han sido registradas comúnmente en otros estudios a nivel global en donde se sugiere que la especie *C. felis* presenta una prevalencia más alta en animales domésticos que la especie *C. canis* (Haarlov et al. 1977, Müller et al. 1985, Supperer et al. 1986, Kalvelage et al. 1991, Franc et al. 1998, Alcaino et al. 2002, Beck et al. 2005, Schloderer et al. 2006, Dobler y Pfeffer 2011), y en algunos casos, incluso sin variación estacional entre dicha dominancia (Cruz-Vázquez 2001). Esto posiblemente sea consecuencia de un rango limitado de hospederos para *C. canis*, mientras que *C. felis* parasita a un amplio elenco de hospederos como son carnívoros, lagomorfos, y rumiantes domésticos (Bolio-González et al. 2012). Para ambos hospederos, *P. simulans* es la especie más común, esto pudiera deberse a la poca especificidad que presenta este ectoparásito, el cual parasita a una amplia gama de mamíferos y es tolerante a una amplia variedad de ambientes (Eads et al. 2015).

Se confirma que la zorra gris y los perros peridomésticos que habitan en la zona urbana-rural-natural en el centro de México comparten especies de artrópodos parásitos, las cuales son de carácter generalista y vectores de enfermedades zoonóticas que, aunque no se ha realizado hasta la fecha – a nuestro conocimiento – un estudio sobre este tipo de patógenos en estas especies de hospederos y vectores, significan un riesgo latente para los seres humanos que

Cuadro 3. Análisis de porcentaje de similitud para las comunidades de ectoparásitos de *Canis lupus familiaris* y *Urocyon cinereoargenteus* (SIMPER).

Table 3. *Canis lupus familiaris* and *Urocyon cinereoargenteus* ectoparasite communities similarity percentage analysis (SIMPER).

Especie	Contribución (%)	Acumulativo (%)
<i>Pulex simulans</i>	51.78	46.0
<i>Euhoplosyllus glacialis affinis</i>	27.43	63.23
<i>Ctenocephalides felis</i>	13.9	77.1
<i>Ctenocephalides canis</i>	9.5	86.6
<i>Orchopeas neotomae</i>	5.3	91.9
<i>Echidnophaga gallinacea</i>	5.0	96.9

entren en contacto con los perros peridomésticos, con los que se tiene mayor probabilidad de contacto directo que aquella que pudiera existir con zorra gris. Sin embargo, las diferencias entre ambas comunidades de ectoparásitos también muestran que, pese al uso compartido del hábitat por parte de ambos cánidos, existen especies de pulgas más comunes en fauna silvestre y que reflejan de manera indirecta parte de la relación trófica depredador-presa.

Agradecimiento

M. A. Moreno-Pérez desea agradecer al Consejo de Ciencia y Tecnología por la beca de manutención otorgada durante sus estudios de posgrado (Maestría en Ciencias Biológicas, UAQ), así como a M. T. Ponce Gaxiola y a F. Smith Beltrán por su apoyo logístico en campo. Los autores desean agradecer a la Red Temática de Biología, Manejo y Conservación de la Fauna Silvestre en Ambientes Antropizados (REFAMA) por el apoyo otorgado durante y para la realización de estancias y la asistencia a congresos. Este estudio fue apoyado parcialmente por el proyecto PRODEP UAQ PTC-313DSA/103.5/16/10199 y fue avalado por la licencia de colecta SGPA/DGVS/00401/15 expedida por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT, con aprobación por parte del Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro (FCN201305).

Referencias Citadas

- Abarca, K., D. Gárate, J. López, and G. Acosta-Jamett. 2016. Flea and ticks species from dogs in urban and rural areas in four regions in Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria* 48: 109-115.
- Acosta, R. 2005. Relación huésped-parásito en pulgas (Insecta: Siphonaptera) y roedores (Mammalia: Rodentia) del estado de Querétaro, México. *Folia Entomol. Mex.* 44: 37-47.
- Acosta, R. 2014. Biodiversidad de Siphonaptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad. Suplemento Biodiversidad de México* 85: 345-352.
- Acosta, R., and J. J. Morrone. 2003. Clave ilustrada para la identificación de los taxones supraespecíficos de Siphonaptera de México. *Acta Zool. Mex.* 89: 39-53.
- Acuña, D., L. Moreno, and C. Hermosilla. 2008. Parásitos en perros de San Juan Bautista, Isla Robinson Crusoe, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*: 193-195.
- Alcaino, H. A., T. R. Gorman, and R. Alcaino. 2002. Flea species from dogs in three cities in Chile. *Vet. Parasitol.* 105: 261-265.
- Arnaud, G., and M. Acevedo. 1990. Hábitos alimenticios de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* (Carnivora: Canidae) en la región meridional de Baja California, México. *Revista de Biología Tropical* 38: 497-500.
- Ayala-Barajas, R., J. C. Morales, N. Wilson, J. E. Llorente, and H. E. Ponce. 1988. Catálogo de las pulgas (Insecta: Siphonaptera) en el Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Colección Alfredo Barrera. Serie de Catálogos del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". México. ISBN 968 36 0 0432 3.

- Barnes, A., and G. Maupin. 1982. Observations on the biting of humans by *Euhoplopsyllus glacialis affinis* (Siphonaptera, Pulicidae) and a review of its plague-transmission potential. *J. Med. Entomol.* 19: 748-749.
- Bautista, C., S. Monks, and G. Pulido. 2013. Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. Zea Books, Nebraska. Book 16. <http://digitalcommons.unl.edu/zeabook/16>.
- Beck, W., K. Boch, H. Mackensen, B. Wiegand, and K. Pfister. 2005. Qualitative and quantitative observations on the flea population dynamics of dogs and cats in several areas of Germany. *Vet. Parasitol.* 137: 130-136.
- Bermúdez, S., R. Miranda, and E. Medianero. 2006. Ectoparásitos de mamíferos domésticos en Panamá Oriental, con notas sobre su importancia médica y veterinaria. *Scientia Panamá* 2: 9-32.
- Chao, A., K. H. Ma, y T. C. Hsieh. 2016. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Programa y guía de usuario. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/ Accesado en Marzo 2018.
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. *Mar. Biol.* 118: 167-176.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> Accesado en Enero 2017.
- Cruz-Vázquez, C., E. Gámez, M. Fernández, and M. Parra. 2001. Seasonal occurrence of *Ctenocephalides felis* and *Ctenocephalides canis* (Siphonaptera: Pulicidae) infesting dogs and cats in an urban area in Cuernavaca, Mexico. *J. Med. Entomol.* 38: 111-113.
- Dobler, G., and M. Pfeffer. 2011. Fleas as parasites of the family Canidae. *Parasit. Vectors* 4: 1-12.
- Durden, L. A., T. N. Judy, J. E. Martin, and L. S. Spedding. 2005. Fleas parasitizing domestic dogs in Georgia, USA: species composition and seasonal abundance. *Vet. Parasitol.* 130: 157-162.
- Eads, D., D. Biggins, M. Antolin, D. Long, K. Huyyaert, and K. Gage. 2015. Prevalence of the generalist flea *Pulex simulans* on black-tailed prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) in New Mexico, USA: the importance of considering imperfect detection. *J. Wildl. Dis.* 51: 498-502.
- Escalante, A., A. Buenrostro-Silva, and G. Sánchez-De la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya* 5: 355-363.
- Franc, M., P. Choquart, and M. C. Cadiergues. 1998. Species of fleas found on dogs in France. *Rev. Med. Vet-Toulouse* 149: 135-140.
- Gabriel, M. W., J. E. Foley, R. N. Brown, R. W. Kasten, P. Foley, and B. B. Chomel. 2009. Zoonotic *Bartonella* species in fleas collected on gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*). *Vector-Borne Zoonot.* 9: 597-602.
- Gutiérrez-García, D., H. Luna-Soria, C. A. López-González, and R. F. Pineda-López. 2007. Guía de mamíferos del estado de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Guzmán-Cornejo, R., and G. Montiel. 2011. The *Amblyomma* (Acari: Ixodida: Ixodidae) of Mexico: identification keys, distribution and hosts. *Zootaxa* 2998: 16-38.

- Guzmán-Cornejo, R. G. Robbins, and T. M. Pérez. 2007. The *Ixodes* (Acari: Ixodidae) of Mexico: parasite-host and host-parasite checklists. *Zootaxa* 1553: 47-58.
- Haarlov, N., and S. Kristensen. 1977. Beiträge zur dermatologie von hund und katze. 3. Flöhe von Hunden und Katzen in Dänemark. *Tierärztl Praxis* 5: 507-511.
- Hammer, Ø. 2011. PAST - Paleontological statistics reference manual. Accesado 17 septiembre 2017 de <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper, and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4: 1-9.
- Harrison, R., M. Patrick, and G. Schmitt. 2003. Fox, fleas, and plague in New Mexico. *Southwest. Nat.* 48: 720-722.
- Hassel, J. M., M. Begon, M. J. Ward, and E. M. Fèvre. 2017. Urbanization and disease emergence: dynamics at the wildlife-livestock-human interface. *Trends Eco. Evol.* 32: 55-67.
- Hernández-Camacho, N., C. A. López-González, and M. J. Guerrero-Carrillo. 2010. Seroprevalencia de *Leptospira interrogans*, hematología y perfil bioquímico en cánidos silvestres del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro. México. *Therya* 1: 23-40.
- Hernández-Camacho, N., R. W. Jones, R. F. Pineda-López, and C. A. López-González. 2012. Mexican wild and domestic canids: a potential risk of zoonosis? A review, pp. 229-237. *In* Nematodes: Morphology, Functions and Management Strategies. Nova Science Publishers.
- Hernández-Camacho, N., R. F. Pineda-López, M. J. Guerrero-Carrillo, G. J. Cantó Alarcón, M. A. Moreno-Pérez, J. J. Mosqueda-Gualito, S. Zamora-Ledesma, and B. Camacho-Macías. 2016. Gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) parasite diversity in central Mexico. *Int. J. Parasitol. Parasite Wildl.* 5: 207-210.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363-375.
- Kalvelage, H., and M. Münster. 1991. *Ctenocephalides canis* und *Ctenocephalides felis*-Infestation von Hund und Katze. *Tierärztl Praxis* 19: 200-206.
- Krasnov, B. R. 2008. Functional and Evolutionary Ecology of Fleas. A Model for Ecological Parasitology. Cambridge University Press, UK.
- Kreeger, T. J., and J. M. Arnemo. 2007. Handbook of Wildlife Chemical Immobilization. 3rd ed. Sunquest Print.
- Lewis, R. 2000. A taxonomic review of the North American genus *Orchopeas* Jordan, 1933 (Siphonaptera: Ceratophyllidae: Ceratophyllinae). *J. Vector Ecol.* 25: 164-189.
- Linardi, M. P., and L. R. Guimarães. 2000. Sifonápteros do Brasil, Museu de Zoologia, São Paulo. Brazil. ISBN 85 87735 01 2.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell, Malden.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España. ISBN 84 922495 2 8.
- Moreno, C., F. Barragán, E. Pineda, and N. Pavón. 2011. Re análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Rev. Mex. Biodivers.* 82: 1249-1261.
- Müller, J., and K. Kutschmann. 1985. Flea detection (Siphonaptera) in dogs at the intake area of the Magdeburg polyclinic for small house and zoo animals. *Angew. Parasitol.* 26: 197-203.

- Nelder, M., and W. Reeves. 2011. Ectoparasites of road-killed vertebrates in northwestern South Carolina, USA. *Vet. Parasitol.* 129: 313-322.
- Parra, G., H. Moreno, and M. Vargas. 2007. Primer registro de *Ixodes cookei* (Acari: Ixodidae) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 205-206.
- Payton, M. E., M. H. Greenstone, and N. Schenker. 2004. Overlapping confidence intervals or standard error intervals: what do they mean in terms of statistical significance. *J. Insect Sci.* 3: 1-6.
- Pérez, T., C. Cornejo, G. Montiel, R. Paredes, and G. Rivas. 2014. Biodiversidad de ácaros en México. *Rev. Mex. Biodivers. Suplemento* 85: S399-S407.
- Pérez-Ponce de León, G., and L. García Prieto. 2001. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestre de México. *CONABIO. Biodiversitas* 37: 7-11.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, and B. Mendoza-Garfias. 2011. Describing parasite biodiversity: the case of the helminth fauna of wildlife vertebrates in Mexico. *Changing diversity in changing environment*. Intech. United Kingdom. ISBN 978 953 307 796 3.
- Poulin, R. 1998. Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *J. Parasitol.* 84: 485-490.
- Poulin, R., and S. Morand. 2004. *Parasite biodiversity*. Smithsonian Books.
- Reyes-Novelo, E., H. Ruíz-Piña, J. Ortegón, L. Vivas, M. González, A. Rodríguez, and P. Saide. 2011. Situación actual y perspectivas para el estudio de las enfermedades zoonóticas emergentes, reemergentes y olvidadas en la península de Yucatán, México. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 14: 35-54.
- Rodríguez-Vivas, R., J. Rosado-Aguilar, M. Ojeda-Chi, L. Pérez-Cogollo, I. Trinidad-Martínez, and M. Bolio-González. 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 1: 295-308.
- Salceda-Sánchez, B. 2004. Clave para la identificación de adultos de las especies de pulgas (Insecta: Siphonaptera), comunes y de mayor importancia médica en México. *Folia Entomológica Mexicana* 43: 27-41.
- Schloderer, D., H. Owen, P. Clark, J. Stenos, and S. G. Fenwick. 2006. *Rickettsia felis* in fleas, Western Australia. *Emer. Infect. Dis.* 12: 841-843.
- Sikes, R. S., W. Gannon, and the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *J. Mammal.* 92: 235-253.
- Smith, F. 1957. *Handbook for the Identification of British Insects (Siphonaptera)*. Royal Entomological Society of London, London.
- Sonenshine, E. 1991. *Biology of ticks*. Oxford University Press, UK.
- Supperer, R., and H. K. Hinaidy. 1986. Ein Beitrag zum Parasitenbefall der Hunde und Katzen in Österreich. *Dtsch Tierärztl Wschr.* 93: 383-386.
- Suzán, G., and G. Ceballos. 2005. The role of feral mammals on wildlife infectious disease prevalence in two natural reserves within Mexico City limits. *J. Zoo Wildlife Med.* 36: 479-484.
- Thompson, R. C. A. 2013. Parasite zoonoses and wildlife: one health, spillover and human activity. *Int. J. Parasitol.* 43: 1079-1088.
- Trapp, G., and D. Halberg. 2009. Ecology of gray fox (*Urocyon cinereargenteus*): a review. *The Wild Canids. Their Systematics, Behavioral Ecology and Evolution*. Dogwise Publishing. ISBN 9781 929242 641.

Whitaker, J. O., and J. B. Morales-Malacara. 2005. Ectoparasites and other associates (ectodytes) of mammals of Mexico. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Conabio, México. ISBN 970322 6035.